

УДК 004.032.26

М.В. Наконечний, студент гр. ПК-71
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОПРОЦЕСОРІВ В РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Анотація. У роботі розглянуто архітектури традиційних процесорних систем та нейропроцесорів та їх вплив на швидкість та точність отримання результатів діагностики в роботизованих системах неруйнівного контролю. Запропоновано використовувати нейропроцесори в завданнях розпізнавання образів та прогнозування за допомогою машинного навчання в тепловому, ультразвуковому, рентгенівському та інших методах неруйнівного контролю.

Ключові слова: нейропроцесори, нейронні мережі, машинне навчання, неруйнівний контроль.

ВСТУП

Під час обробки сигналів неруйнівного контролю в сучасних умовах існує потреба автоматизованого розпізнавання різноманітних патернів зображень, прихованих залежностей між інформативними параметрами, виділення корисного сигналу на фоні завад тощо. Машинне навчання є технологією, яка набула широкого застосування в сучасних приладах та системах неруйнівного контролю. Є величезні переваги використання машинного навчання, оскільки воно дозволяє автоматизувати певні процеси, які раніше потребували втручання з боку людини, і, маючи достатню кількість навчальних даних, система з легкістю здатна перевершити людину у достовірності контролю. Також нейронні мережі дозволяють вирішувати неформальні задачі, де мова йде не лише про математичні обчислення.

Проблема, з якою зустрічається цей підхід, полягає у порівняно низькій швидкодії нейронних мереж у зв'язку з архітектурою центральних процесорів, що використовуються у сучасних комп'ютеризованих системах. В даній роботі розглянуто перспективний підхід використання нейропроцесорів у роботизованих системах неруйнівного контролю. Використання такого методу дозволить проводити швидкий автоматизований контроль.

МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є проведення порівняльного аналізу традиційних процесорних архітектур та нейропроцесорів, а також визначення області застосування нейропроцесорних систем в завданнях неруйнівного контролю.

ПОРІВНЯННЯ АРХІТЕКТУР ПРОЦЕСОРІВ

Головна відмінність нейропроцесорів від традиційних процесорних систем, таких як, мікроконтролери (МК), процесори (ЦП), цифрові сигнальні процесори (ЦСП), графічні процесори (ДП) тощо, полягає в архітектурі. Так, традиційні процесори складаються з відокремлених блоків, що виконують різні функції (обчислювальні і периферійні блоки, пам'ять), коли нейропроцесори мають більш «однорідну» структуру, що включає безлічі нейронів – однакових і відносно простих обчислювальних осередків з вбудованою пам'яттю. Цю різницю добре видно на рис. 1.

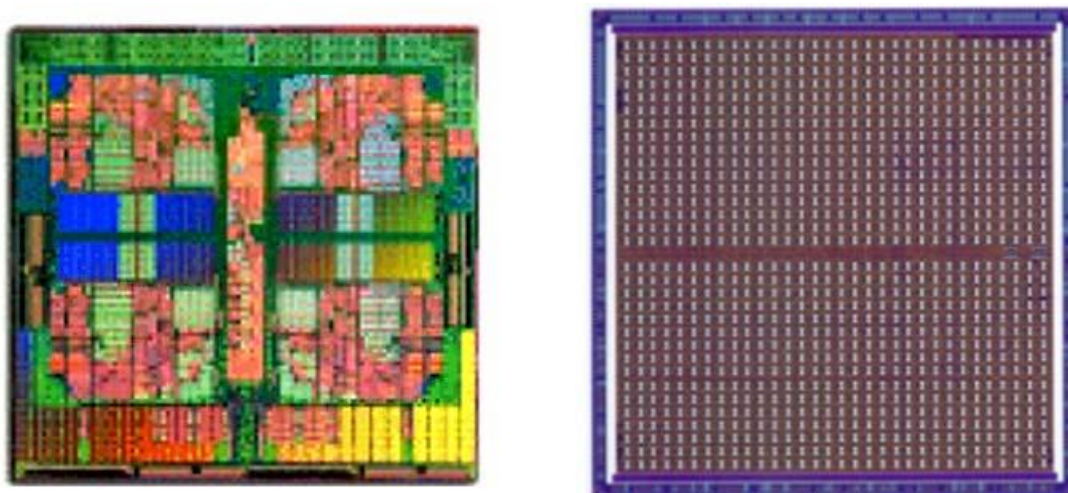


Рис. 1. Збільшене фото структури традиційного процесора і нейропроцесора

Таким чином, архітектура нейропроцесора за визначенням є багатоядерною, адже кожен нейрон – це самостійне обчислювальне ядро. В результаті багато операцій, таких як розпізнавання зображень, фільтрація, класифікація тощо, виконуються вкрай швидко. Звичайно, сучасні процесори також можуть мати багатоядерну структуру, але вирішення неформалізованих завдань для них як і раніше виявляється ускладненим. Ключові відмінності в можливостях традиційних процесорних систем та нейропроцесорів представлені в таблиці 1.

Оскільки сучасні роботизовані та автоматизовані системи неруйнівного контролю часто містять у своєму складі нейромережевий класифікатор або іншу підсистему інтелектуального аналізу даних, використання нейропроцесорів є перспективним для підвищення швидкості роботи нейронних мереж та процесу їх навчання [1].

Таблиця 1. Порівняння процесорів з традиційною архітектурою та нейропроцесорів

<i>МК/ ЦП/ ЦСП/ ГП</i>	<i>Нейропроцесори</i>
Гарвардська архітектура або архітектура фон Неймана з поділом обчислювального ядра і пам'яті	Рівномірна структура з однакових обчислювальних осередків з власною пам'яттю
Паралельна обробка в багатопроцесорних системах	Паралельна обробка за визначенням
Рішення логічних / послідовних / лінійних задач	Рішення нестандартних / паралельних / нелінійних задач
Декомпозиція завдань і використання об'єктивних оцінок	Рішення завдання усього «цілком», з урахуванням попереднього досвіду і постійним самонавчанням
Жорстка детермінація за часом, математичного апарату, типу даних	Немає жорсткого детермінізму при вирішенні задач
Оптимальні для роботи з чітко структурованими масивами даних	Оптимальні для роботи з неструктурованими і нестандартними масивами даних
Складність масштабування	Відносна простота масштабування

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ НА АРХІТЕКТУРІ НЕЙРОПРОЦЕСОРІВ

Більшість нейропроцесорів здатні працювати в двох основних режимах: навчання та розпізнавання. При цьому мова може йти про принципово різні за своєю природою дані: тексти, зображення, звукові сигнали, відео тощо. Знаходячись в режимі навчання процесор накопичує дані. Під час операцій розпізнавання, процесор використовує накопичені дані та виконує відповідну команду згідно з результатом розпізнавання. Потік даних формує зовнішній керуючий процесор, а обробка проводиться нейронами.

Кожен нейрон має власну програмовану пам'ять: основну, контекст, категорію. Категорія використовується для класифікації об'єктів, а контекст для поділу нейронів на підмережі. Програмування пам'яті нейронів відрізняється від програмування звичайних процесорів. Якщо у звичайному процесорі програма записується перед початком роботи, то у більшості нейропроцесорів програмування може здійснюватися прямо в процесі роботи і називається навчанням.

Нейрони можуть використовуватися для розпізнавання різних властивостей об'єкта, наприклад його форми, кольору тощо. У таких випадках архітектура дозволяє розділити нейрони на окремі підмережі за допомогою поля контексту. Тоді в процесі розпізнавання активними залишаються лише ті нейрони, чий контекст збігається з глобальним контекстом, що задається керуючим процесором. Таким чином можна значно підвищити енергоефективність системи [2].

ОБЛАСТІ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОПРОЦЕСОРІВ В НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ

Як відомо, результати теплового неруйнівного контролю часто є неоднозначними, оскільки на них впливає велика кількість складним чином взаємопов'язаних факторів. Для автоматизації обробки термограм застосовуються технології глибинного навчання. Використання нейронних мереж дозволяє автоматизовано визначати тип дефекту, глибину його залягання та інші характеристики [3]. Однак, проведення такого аналізу пов'язане з необхідністю обробки великих масивів даних. Оптимізувати цей процес можна за допомогою використання нейропроцесорів.

Застосування нейронних мереж також актуальне в системах ультразвукового неруйнівного контролю. З метою аналізу отриманих дефектограми оператором проводиться їх візуалізація. Дефекти на таких дефектограмах можуть бути виявлені на основі певних патернів, що включають амплітуди луна-сигналів в різних точках і їх взаємне розташування. Аналіз дефектограми (А-, В- та С-сканів) може бути автоматизований. Для автоматизації виявлення і аналізу патернів можуть бути застосовані штучні нейронні мережі [4]. При використанні даних технологій оптимальне буде застосування нейропроцесорної архітектури, що в свою чергу значно підвищить ефективність обробки даних.

В даний час також інтенсивно розвиваються системи радіаційного контролю з візуальним відображенням результатів вимірювання. Крім технічної дефектоскопії вони широко використовуються і при огляді в аеропортах, залізничних станціях тощо з метою забезпечення безпеки. У даних системах розпізнавання елементів внутрішньої структури просвічуваного об'єкта традиційно зводиться до візуального розпізнавання зображення людиною-оператором. Застосування спеціалізованих методів автоматичного розпізнавання зображень дозволить істотно підвищити достовірність контролю. Одними з таких алгоритмів штучні нейронні мережі [5]. Використання даних технологій на архітектурі нейропроцесорів дозволить оптимізувати процеси розпізнавання та підвищити надійність результатів.

ВИСНОВКИ

На відміну від традиційних процесорів, нейропроцесори забезпечують як високу продуктивність системи так і її енергоефективність під час виконання складних неформалізованих задач. Вони можуть використовуватися в широкому спектрі галузей неруйнівного контролю для автоматизованого виявлення дефектів або класифікація матеріалів. Використання оптимізованих під нейронні мережі та машинне навчання процесорів може значно підвищити швидкість та точність роботизованих систем неруйнівного контролю. Основним завданням для подальших досліджень є визначення необхідних характеристик нейропроцесорів для їх використання у різних методах неруйнівного контролю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Ручкин В. Н. Алгоритмы анализа вычислительных структур на базе нейропроцессоров / В. Н. Ручкин, В. А. Романчук. // Рязанский государственный университет им. С.А.Есенина. – 2012. – №40. – С. 60–66.
- [2] Романчук В. А. Оценка результатов моделирования вычислительных систем на базе нейропроцессоров / В. А. Романчук, В. Н. Ручкин. – 2013.
- [3] Momot, A. Defect classification in active thermal testing with the use of neural networks / A. Momot // Матеріали III науково-технічної конференції «Неруйнівний контроль в контексті асоційованого членства України в Європейському Союзі» з міжнародною участю – NDT – UA 2019, 17-19 вересня 2019 року, м. Київ, Україна. – Київ : УТ НКТД, 2019. – С. 16-18
- [4] Guskov G. Применение искусственных нейронных сетей в задачах ультразвукового неразрушающего контроля / Gleb Guskov // Ulyanovsk State Technical University. – 2012.
- [5] Назаренко С. Ю. Применение искусственных нейронных сетей в радиационном неразрушающем контроле / С. Ю. Назаренко, В. А. Удод // Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2019.

Наук. керівник – доктор філософії, ас. Момот А.С.